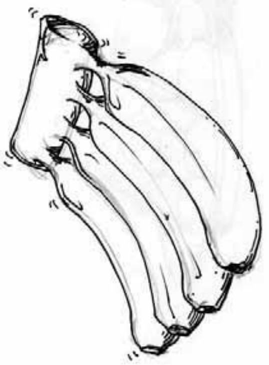
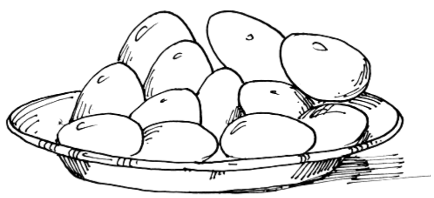
ষষ্ঠ অধ্যায়

মোলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা

রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করার সময় কী পরিমাণ রাসায়নিক পদার্থ বিক্রিয়ক হিসেবে ব্যবহার করেন, কী পরিমাণ উৎপাদ ও পার্শ্ব উৎপাদ এবং কী পরিমাণে অপ্রয়োজনীয় পদার্থ উৎপন্ন হয় তা রসায়নবিদগণের হিসাব করা প্রয়োজন হয়। বিশেষ করে রাসায়নিক শিল্পে আর্থিক বিবেচনায় এই হিসাব অত্যাবশ্যকীয়। এজন্য রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত ও উৎপন্ন পদার্থের অণুর সংখ্যা, অণুতে পরমাণু ও আয়নের সংখ্যা গণনা করতে হয়। অণু, পরমাণু ও আয়ন এত ক্ষুদ্র কণা যে এদেরকে জোড়া, হালি, ডজন, শত, হাজারে এমনকি কোটিতেও গণনা করা সম্ভব হয় না। রসায়নবিদগণ অণু, পরমাণু ও আয়ন গণনার জন্য একটি বৃহৎ সংখ্যা ব্যবহার করেন। এই সংখ্যার মান 6.02×10^{23} । ইটালিয়ান বিজ্ঞানী অ্যামেডিও অ্যাভোগেড্রোর (Amedeo Avogadro) নাম অনুসারে একে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা বা অ্যাভোগেড্রো ধ্রুবক বলে। 6.02×10^{23} সংখ্যক অণু, পরমাণু বা আয়ন ধারণকারী পদার্থের পরিমাণকে মোল বলে। রসায়নে অণু পরমাণু বিক্রিয়ক, উৎপাদ ইত্যাদি হিসাব নিকাশ Stoichiometry নামে পরিচিত।



1 হালি কলা = 4 টি



1 ডজন ডিম = 12 টি



1 মোল সোডিয়াম ক্লোরাইড= 6.02×10^{23} টি অণু

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

(১) মোলের ধারণা ব্যবহার করে সরল গাণিতিক হিসাব করতে পারব।

(২) নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত করতে পারব।

(৩) মৌলের প্রতীক, যৌগমূলকের সংকেত ও এগুলোর যোজনী ব্যবহার করে যৌগের সংকেত লিখতে পারব।

(৪) প্রদত্ত তথ্য ও উপাত্ত ব্যবহার করে যৌগে উপস্থিত মৌলের শতকরা সংযুতি নির্ণয় করতে পারব।

(৫) শতকরা সংযুতি ব্যবহার করে স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় করতে পারব।

(৬) মৌল ও যৌগমূলকের প্রতীক, সংকেত ও যোজনী ব্যবহার করে রাসায়নিক সমীকরণ লিখতে এবং সমতাবিধান করতে পারব।

(৭) রাসায়নিক সমীকরণের মাত্রিক তাৎপর্য থেকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ভরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যা সমাধান করতে পারব।

(৮) তুঁতের কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করতে পারব।

(৯) নিক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক দ্রব্য পরিমাপ করতে সক্ষম হব।

৬.১ মোল (Mole)

মোল শব্দটি জীববিজ্ঞান ও রসায়নে ভিন্ন অর্থে ব্যবহৃত হয়। জীববিজ্ঞানে মোল দ্বারা লোমবিশিষ্ট ক্ষুদ্র প্রাণ এবং রসায়নে মোল শব্দ দ্বারা কোনো রাসায়নিক পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণকে বুঝানো হয়। মোল হলো রাসায়নিক পদার্থ পরিমাপের একক। যেমন, ডিম বা কলা গণনার জন্য হালি ও ডজন একক ব্যবহার করা হয় একইভাবে রাসায়নিক পদার্থের কণা গণনার জন্য মোল একক ব্যবহার করা হয়। উদাহরণস্বরূপ এক মোল পানি বলতে 602 x 10^{23} সংখ্যক পানির অণুকে বুঝানো হয়। ডিম বা কলার এক ডজন গণনার মাধ্যমে হিসাব করা সম্ভব হলেও এক মোলকে গণনার মাধ্যমে হিসাব করা সম্ভব নয়। রাসায়নিক পদার্থের এই পরিমাণকে ভর হিসেবে পরিমাপ করা হয়। অর্থাৎ মোলের সাথে ভরের একক গ্রাম/মিলিগ্রাম্এর স ম্পর্ক রয়েছে। রাসায়নিক পদার্থের পারমাণবিক ভর অথবা আণবিক ভরকে গ্রাম এককে প্রকাশ করলে যে পরিমাণ পাওয়া যায় তাই সংশ্লিষ্ট পদার্থের এক মোল।

কোনো রাসায়নিক পদার্থের যে পরিমাণে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যক (602 x 10^{23}) অণু, পরমাণু বা আয়ন থাকে তাকে পদার্থের মোল বলে। সংখ্যাটি এত বড় যে পৃথিবীর সকল লোক একসাথে গণনা শুরু করলেও তাদের সারা জীবনের গণনার যোগফল এই সংখ্যার সমান হয় না। অ্যাভোগেড্রো সংখ্যাকে 602 000 000 000 000 000 000 হিসেবে প্রকাশ করা যায়।

কার্বনের পারমাণবিক ভর 12। অর্থাৎ এক মোল কার্বনে 602 x 10^{23} টি পরমাণু থাকে যার ভর 12 গ্রাম। পানির আণবিক ভর 18। অর্থাৎ এক মোল পানিতে 602 x 10^{23} টি অণু থাকে যার ভর 18 গ্রাম।

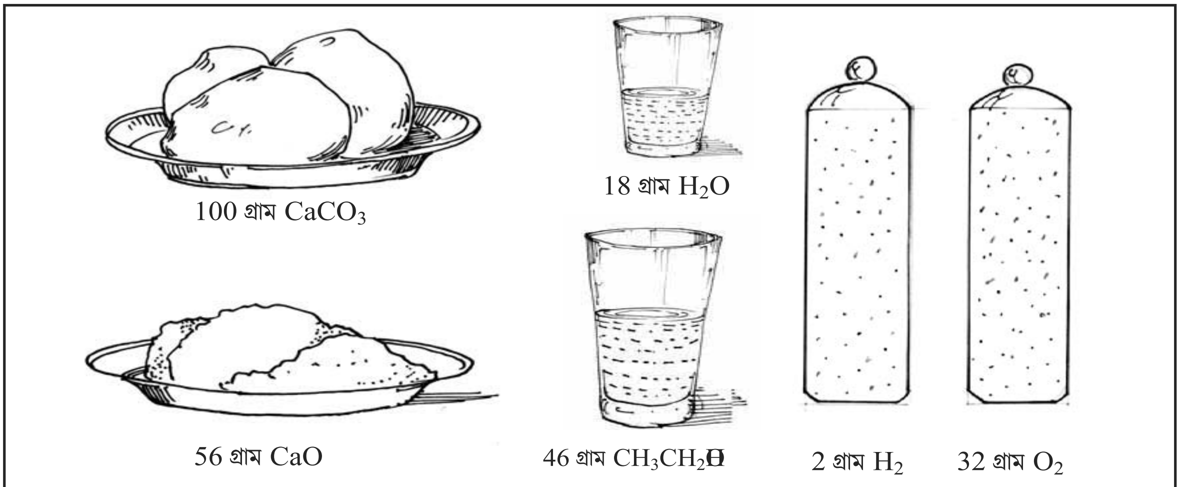
অনুরূপভাবে

1 মোল হাইড্রোজেন পরমাণু = 1008 গ্রাম = 602 x 10^{23} টি পরমাণু।
1 মোল অক্সিজেন পরমাণু = 16 গ্রাম = 602 x 10^{23} টি পরমাণু।
1 মোল অক্সিজেন অণু = 32 গ্রাম = 602 x 10^{23} টি অণু।
1 মোল কার্বন্নডাইঅ ক্সাইড = 44 গ্রাম = 602 x 10^{23} টি অণু।

৬.২ মোলার আয়তন

এক মোল পরিমাণ পদার্থের আয়তনকে মোলার আয়তন বলে। কঠিন, তরল এবং গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন বিভিন্ন হয়। কঠিন ও তরল পদার্থের ক্ষেত্রে বিভিন্ন পদার্থের এক মোলের আয়তন বিভিন্ন হয়। কিন্তু প্রমাণ অবস্থায় বিভিন্ন গ্যাসীয় পদার্থের এক মোলের আয়তন সমান হয়। পদার্থের আয়তন চাপ ও তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। তাপমাত্রা বৃদ্ধি/হ্রাস করলে পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি/হ্রাস পায়। অপরদিকে চাপ বৃদ্ধি করলে গ্যাসের আয়তন হ্রাস পায়। তাপমাত্রা ও চাপ পরিবর্তনে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অত্যধিক পরিমাণে পরিবর্তিত হয়। তাই গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন হিসাব করার সময় চাপ ও তাপমাত্রা উল্লেখ করা প্রয়োজন। তোমরা এখানে শুধুমাত্র প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন শিখবে। 25 ^{o}C তাপমাত্রা এবং 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ বলে। প্রমাণ অবস্থায় যে কোনো গ্যাসীয় পদার্থের মোলার আয়তন 224 লিটার।

1 মোল বা 44 গ্রাম কার্বন্নডাইঅ ক্সাইডের আয়তন প্রমাণ অবস্থায় 224 লিটার। একইভাবে 1 মোল বা 32 গ্রাম অক্সিজেনের আয়তন প্রমাণ অবস্থায় 224 লিটার এবং 1 মোল বা 2 গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তনও প্রমাণ অবস্থায় 224 লিটার।



চিত্র ৬.১ : এক মোল পরিমাণ বিভিন্ন পদার্থের আয়তন

কাজ: এক গ্রাম নিম্নলিখিত পদার্থের অণুর সংখ্যা হিসাব কর।

$CaCO_3$, NaCl, H_2SO_4

কাজ: এক গ্রাম নিম্নলিখিত গ্যাসীয় পদার্থের অণুর সংখ্যা ও প্রমাণ অবস্থায় আয়তন হিসাব কর।

H_2, O_2, CO_2 ও $H_2O_{(g)}$

কাজ: নিম্নলিখিত পদার্থের প্রতিটি অণুর ভর হিসাব কর।

$H_2O_{(l)}$, NaOH, $HCl_{(g)}$

কাজ: নিম্নলিখিত পদার্থগুলোর এক গ্রামে মোট পরমাণুর সংখ্যা হিসাব কর।

$C_{(s)}$, KOH, CH_4, O_2

৬.৩ মোল এবং আণবিক সংকেত

আণবিক সংকেত থেকে একটি মৌলের নির্দিষ্ট সংখ্যক পরমাণু অপর মৌলের কতটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হয় তা জানা যায়। যেমন, CO_2 অণু কার্বন ও অক্সিজেন মৌলের পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত। কার্বনের একটি পরমাণু অক্সিজেনের দুইটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে CO_2 অণু গঠিত হয়। মোলের হিসেবে, এক মোল কার্বন পরমাণু দুই মোল অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে এক মোল CO_2 গঠন করে। কোনো পদার্থে যুক্ত মৌলের ভর থেকে মোলসংখ্যা হিসাব করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যায়।

পরীক্ষা করে দেখা গেল, 3 গ্রাম কার্বন 8 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বন–ডাই–অক্সাইড গঠন করে। গঠিত অণুর আণবিক সংকেত নিম্নরূপে নির্ণয় করা যায় (আণবিক সংকেত ও স্থুল সংকেত অভিন্ন হলে)।

বিষয়ের নাম	কার্বন	অক্সিজেন	আণবিক সংকেত
মৌলের পরমাণুর ভর	3 গ্রাম	8 গ্রাম	CO_2
মোলসংখ্যা = পরমাণুর ভর/ গ্রাম পারমাণবিক ভর	$3/12 = 0.25$	$8/16 = 0.50$	
মোলসংখ্যার অনুপাত (পূর্ণ সংখ্যায়)	1	2	

ছক ৬.১: মৌলের পরিমাণ থেকে আণবিক সংকেত নির্ণয়

মোলের ধারণা ব্যবহার করে রাসায়নিক সংকেত থেকে কোনো মৌলের নির্দিষ্ট পরিমাণের সাথে অপর মৌলের কী পরিমাণ যুক্ত হয় তা নির্ণয় করা যায়। হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ($HCl_{(g)}$) অণুতে এক মোল হাইড্রোজেন পরমাণু এক মোল ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। অর্থাৎ 1.008 বা 1 গ্রাম হাইড্রোজেন 35.5 গ্রাম ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। কোনো একটি পাত্রে 1 গ্রাম হাইড্রোজেন ও 85 গ্রাম ক্লোরিন একত্রে রাখলেও উপযুক্ত পরিবেশে 1 গ্রাম হাইড্রোজেন পরমাণু সর্বোচ্চ 35.5 গ্রাম ক্লোরিনের সাথে যুক্ত হবে। অতিরিক্ত ক্লোরিন পাত্রে থেকে যাবে।

কাজ: কোনো একটি পাত্রে 5 গ্রাম হাইড্রোজেন ও 10 গ্রাম ক্লোরিন রাখা হলো। উপযুক্ত পরিবেশে পাত্রে HCI উৎপন্ন হলে পাত্রে কোন উপাদান কী পরিমাণে অবশিষ্ট থাকবে।

কাজ: পানির অণুতে যুক্ত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরিমাণ যথাক্রমে 3 গ্রাম ও 24 গ্রাম। পানির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

৬.৪ মৌলের প্রতীক (Symbol of Elements)

রসায়নে প্রতিটি মৌলের পরমাণুকে একটি প্রতীকের (Symbol) সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। মৌলের প্রতীককে ইংরেজি বর্ণমালার একটি বর্ণ বা দুটি বর্ণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম বর্ণ (Capital Letter) অথবা ইংরেজি নামের প্রথম বর্ণের (Capital Letter) সাথে দ্বিতীয় বা তৃতীয় বর্ণ বা অন্য কোনো বর্ণ (Small Letter) লিখে মৌলের পরমাণুকে প্রকাশ করে। দুটি বর্ণ দ্বারা মৌলের প্রতীক লেখা হলে মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম বর্ণ এবং উচ্চারণের সময় পরবর্তী যে বর্ণটি বেশি উচ্চারিত হয় তাকে পাশাপাশি লিখে প্রতীক লেখা হয়। একাধিক মৌলের ইংরেজি নাম এবং তাদের উচ্চারণ একই রকম হলে তিনটি বর্ণ পাশাপাশি ব্যবহার করে প্রতীক লেখা হয়। কোনো কোনো মৌলের পরমাণুর প্রতীক তার ইংরেজি নাম থেকে না লিখে মৌলের ল্যাটিন নাম থেকে লেখা হয়।

কাজ : পর্যায় সারণি থেকে বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করে মৌলের প্রতীকের তালিকা তৈরি করে শিক্ষককে দেখাও।

প্রথম বর্ণের প্রতীক		প্রথম ও দ্বিতীয় বর্ণের প্রতীক		প্রথম ও তৃতীয় বর্ণের প্রতীক		তিন বর্ণের প্রতীক	
ইংরেজি নাম	প্রতীক	ইংরেজি নাম	প্রতীক	ইংরেজি নাম	প্রতীক	ইংরেজি নাম	প্রতীক
Hydrogen	H	Aluminium	Al	Chlorine	Cl	Ununseptium	Uus
Boron	B	Cobalt	Co	Zinc	Zn	Ununpentium	Uup
Carbon	C	Bromine	Br	Chromium	Cr	Ununoctium	Uno
Oxygen	O	Nickel	Ni	Manganese	Mn		

ছক ৬.২: মৌলের ইংরেজি নাম থেকে নেওয়া বিভিন্ন প্রতীক

মৌলের ইংরেজি নাম	মৌলের ল্যাটিন নাম	মৌলের প্রতীক
Sodium	Natrium	Na
Copper	Cuprum	Cu
Potassium	Kalium	K
Lead	Plumbum	Pb

ছক ৬.৩: মৌলের ল্যাটিন নাম থেকে নেওয়া কয়েকটি প্রতীক

৬.৫ যোজনী বা যোজ্যতা (Valency)

কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথে যত সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে অথবা যত সংখ্যক বেজোড় ইলেকট্রন থাকে তাকে মৌলের যোজনী বা যোজ্যতা বলে। ধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যা এবং অধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষ কক্ষপথের বেজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা মৌলের যোজ্যতা নির্দেশ করে। মৌলের সর্বশেষ কক্ষপথের উপস্তরসমূহের মধ্যে ইলেকট্রন পুনর্বিন্যাসের কারণে বেজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা পরিবর্তিত হয়। এই মৌলসমূহ পরিবর্তনশীল যোজ্যতা বা একাধিক যোজ্যতা প্রদর্শন করে। উচ্চ পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট ধাতব মৌল পরিবর্তনশীল যোজ্যতা প্রদর্শন করে। যোজ্যতা মূলত কোনো মৌলের অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার সামর্থ্য বা ক্ষমতা। পর্যায় সারণির নিষ্ক্রিয় শ্রেণির মৌলসমূহ সাধারণত অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হয় না, তাই এদের যোজ্যতা শূন্য ধরা হয়।

মৌলের প্রতীক	মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস	সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যা	সর্বশেষ কক্ষপথের বেজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা	যোজ্যতা
$_{1}H$	$1s^1$	1	1	1
$_{3}Li$	$1s^22s^1$	1	1	1
$_{4}Be$	$1s^22s^2$	2	0	2
$_{4}Be^*$	$1s^22s^12p_x^1$	2	2	2
$_{5}B$	$1s^22s^22p_x^1$	3	1	3
$_{5}B^*$	$1s^22s^12p_x^12p_y^1$	3	3	3
$_{6}C$	$1s^22s^22p_x^12p_y^1$	4	2	
$_{6}C^*$	$1s^22s^12p_x^12p_y^12p_z^1$	4	4	4
$_{7}N$	$1s^22s^22p_x^12p_y^12p_z^1$	5	3	3
$_{11}Na$	$1s^22s^22p^63s^1$	1	1	1
$_{15}P$	$1s^22s^22p^63s^23p_x^13p_y^13p_z^1$	5	3	3
$_{15}P^*$	$1s^22s^22p^63s^13p_x^13p_y^13p_z^13d^1$	5	5	5

ছক ৬.৪: মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস এবং যোজ্যতা

* চিহ্ন দ্বারা মৌলের উত্তেজিত অবস্থা প্রকাশ করে

কাজ : নিম্নলিখিত মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস করে যোজ্যতা সম্পর্কে মতামত দাও।

$_{2}He$, $_{12}Mg$, $_{17}Cl$, $_{9}F$, $_{13}Al$, $_{19}K$, $_{10}Ne$, $_{16}S$

৬.৬ যৌগমূলক (Radical)

যৌগমূলক হচ্ছে একাধিক মৌলের একাধিক পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত একটি পরমাণুগুচ্ছ যা একটি আয়নের (Sbe io) ন্যায় আচরণ করে। যৌগমূলকসমূহকে আধানসহ (Chag) লেখা হয়। এরা ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট হতে পারে। যৌগমূলকসমূহের আধানই তাদের যোজ্যতা।

যৌগমূলকের নাম	যৌগমূলকের সংকেত	আধান	যোজ্যতা
অ্যামোনিয়াম	NH_4^+	+1	1
ফসফোনিয়াম	PH_4^+	+1	1
হাইড্রক্সাইড	OH^-	-1	1
কার্বোনেট	CO_3^{2-}	-2	2
সালফেট	SO_4^{2-}	-2	2
সালফাইট	SO_3^{2-}	-2	2
নাইট্রেট	NO_3^-	-1	1
নাইট্রাইট	NO_2^-	-1	1
ফসফেট	PO_4^{3-}	-3	3

ছক ৬.৫: কয়েকটি যৌগমূলকের নাম, সংকেত, আধান ও যোজ্যতা

৬.৭ যৌগের সংকেত

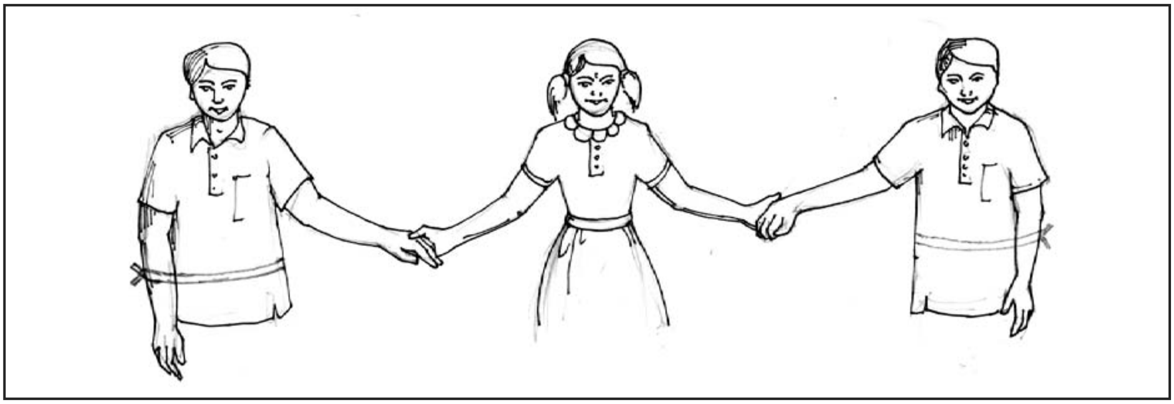
প্রত্যেকটি মৌলের যেমন প্রতীক (Sbn) থাকে তেমন প্রত্যেক যৌগের পৃথক সংকেত (Fmla) থাকে। সংকেত দ্বারা যৌগের অণুতে পরমাণু বা আয়নের অনুপাত প্রকাশ করে। নিরপেক্ষ পরমাণু ও আধানবিশিষ্ট আয়ন (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) দ্বারা যৌগের অণু গঠিত হয়। ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট আয়ন দ্বারা যৌগ গঠিত হলে তারা এমনভাবে যুক্ত হয় যেন যৌগের মোট আধান শূন্য হয়। যেহেতু ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নের আধানই তাদের যোজ্যতা বা বিপরীত আয়নের সাথে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা, তাই একটি একক ধনাত্মক আয়ন একটি একক ঋণাত্মক আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করে। দুইটি একক ধনাত্মক আয়ন একটি দ্বি–ঋণাত্মক আয়নের সাথে যুক্ত হয়। একটি দ্বি–ধনাত্মক আয়ন দুইটি একক ঋণাত্মক আয়নের সাথে যুক্ত হয়। ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা গঠিত যৌগের সংকেত লেখার সময় ধনাত্মক অংশ প্রথমে এবং ঋণাত্মক অংশ পরে লেখা হয়।

ধনাত্মক আয়ন ও তার আধান	ঋণাত্মক আয়ন ও তার আধান	সংকেত গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় আয়নের সংখ্যা ও			যৌগের সংকেত
		ধনাত্মক	যৌগের মোট আধান ঋণাত্মক	যৌগের মোট আধান	
Cu^{2+} , +2	SO_4^{2-} , -2	1	1	0	$CuSO_4$
Na^{+} , +1	PO_4^{3-} , -3	3	1	0	Na_3PO_4
Al^{3+} , +3	NO_3^{-} , -1	1	3	0	$Al(NO_3)_3$

ছক: ৬.৬: ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা গঠিত কয়েকটি যৌগের সংকেত।

কাজ : শ্রেণিতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন নিয়ে দশটি সংকেত লিখে শিক্ষককে দেখাও।

দুটি নিরপেক্ষ পরমাণুর মাধ্যমে যৌগ গঠনের সময় সাধারণত পর্যায় সারণির বাম পাশের মৌলকে প্রথমে লেখা হয়। তুলনামূলকভাবে অধিক ধনাত্মক মৌলকে প্রথমে লেখা হয়। কোনো মৌলের যোজ্যতা, অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা প্রকাশ করে। একটি মৌলের যোজ্যতাকে অপর মৌলের সংখ্যা হিসেবে ধরে মৌলের পরমাণু সংখ্যার অনুপাত থেকে সংকেত লেখা হয়।



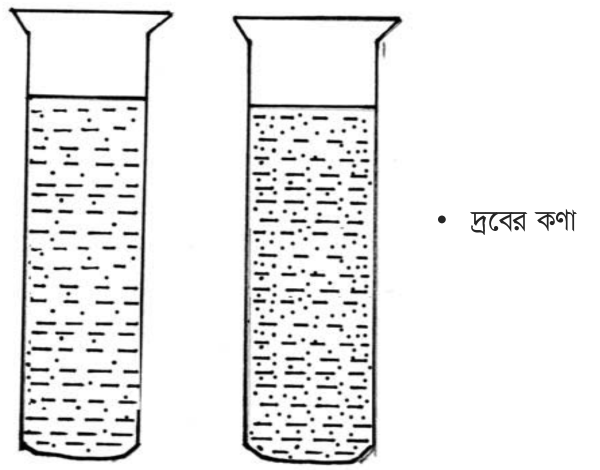
চিত্র ৬.২ : যোজ্যতার সাহায্যে অণুর সংকেতের ধারণা

প্রথম মৌল ও তার যোজ্যতা	দ্বিতীয় মৌল ও তার যোজ্যতা	সংকেত গঠনের জন্য মৌলের প্রয়োজনীয় পরমাণুর সংখ্যা ও তাদের অনুপাত			যৌগের সংকেত
		প্রথম মৌলের পরমাণুর সংখ্যা	দ্বিতীয় মৌলের পরমাণুর সংখ্যা	অনুপাত	
H , 1	Cl , 1	1	1	1:1	HCl
C , 4	H , 1	1	4	1:4	CH_4
C , 4	O , 2	2	4	1:2	CO_2
N , 5	O , 2	2	5	2:5	N_2O_5

ছক ৬.৭: দুইটি নিরপেক্ষ পরমাণু দ্বারা গঠিত কয়েকটি যৌগের সংকেত

৬.৮ মোলার দ্রবণ

দ্রব ও দ্রাবক মিশ্রিত করে দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় বিভিন্ন তরল (পানি, অ্যালকোহল, এসিড) পদার্থ ব্যবহার করা যায়। এই অধ্যায়ে দ্রাবক হিসেবে শুধু পানি ব্যবহার করে দ্রবণ প্রস্তুত করা শিখব। এই দ্রবণকে জলীয় দ্রবণ (Aquous solution) বলে। দ্রাবকে যে পদার্থ দ্রবীভূত করে দ্রবণ প্রস্তুত করা হয় তাকে দ্রব বলে। প্রতি একক আয়তন দ্রবণে বিভিন্ন পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে দ্রবণের ঘনমাত্রা বিভিন্ন হয়। দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের বিভিন্ন রীতি রয়েছে। মোলারিটি দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের একটি রীতি।



চিত্র ৬.৩ : বিভিন্ন ঘনমাত্রার দ্রবণ

এক মোলার দ্রবণের ক্ষেত্রে, এক লিটার দ্রবণে বা এক ডে.মি.৩ দ্রবণে এক মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকে। সেমি মোলার (0.5 মোলার) দ্রবণের প্রতি লিটারে 0.5 মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকে। এক লিটার দ্রবণে 2 মোল পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে 2 মোলার দ্রবণ বলে। দ্রবণের আয়তন তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল, দ্রবণের মোলারিটিকে নিম্নরূপে সংজ্ঞায়িত করা হয়:

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোলসংখ্যাকে দ্রবণের মোলারিটি বলে। একে M দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য বর্ণিত ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়। প্রথমে নির্ধারিত মাপের কাচপাত্র বা অন্য কোনো পাত্র (আধা লিটার, এক লিটার, 2.5 লিটার ইত্যাদি) নিতে হবে। যে আয়তনের দ্রবণ প্রস্তুত করতে হবে সে আয়তনের পাত্র নিতে হবে। প্রতি লিটারে এক মোল হিসাবে নির্ধারিত আয়তনে নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার জন্য দ্রবের পরিমাণ গ্রাম–এককে হিসাব করতে হবে। হিসাবকৃত দ্রবের পরিমাণকে নিক্তির সাহায্যে মেপে ফানেলের মাধ্যমে নির্ধারিত পাত্রে নাও। ফানেলের গায়ে লেগে থাকা দ্রবকে পাতিত পানি বা বিশুদ্ধ পানি দিয়ে নির্ধারিত পাত্রে স্থানান্তর করে কিছু পরিমাণ পানি দিয়ে ঝাঁকিয়ে দ্রবণ প্রস্তুত কর। অতঃপর পানি দিয়ে দ্রবণের আয়তন নির্ধারিত মাপ পর্যন্ত পূর্ণ করলে নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত হবে। যেমন, আধা লিটার 0.1 মোলার ঘনমাত্রার Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য আধা লিটার আয়তনের পাত্রে 0.1×0.5 মোল বা $0.1 \times 0.5 \times 106$ গ্রাম Na_2CO_3 নিক্তির সাহায্যে মেপে আধা লিটার পাত্রে দ্রবণ প্রস্তুত করলে আধা লিটার 0.1 মোলার Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুত হবে।

হিসাব :

1 লিটার আয়তনের 1 মোলার দ্রবণের জন্য দ্রব প্রয়োজন 1 মোল

0.5 লিটার আয়তনের 0.1 মোলার দ্রবণের জন্য দ্রব প্রয়োজন 0.1×0.5 মোল

1 মোল = 106 গ্রাম Na_2CO_3

0.1×0.5 মোল = 0.1×0.5×106 গ্রাম Na_2CO_3

> **কাজ :** ২ লিটার ০.১ মোলার বা ০.১ (M) কপার সালফেট (তুঁতে; $CuSO_4.5H_2O$) -এর দ্রবণ প্রস্তুত কর।

৬.৯ যৌগে মৌলের শতকরা সংযুতি

একটি যৌগ একাধিক মৌল দ্বারা গঠিত। যৌগের মোট ভরের মধ্যে কোনো নির্দিষ্ট মৌলের শতকরা ভরকে তার সংযুতি বলে। যৌগে মৌলসমূহের শতকরা সংযুতির সমষ্টি একশত (100) হবে। যৌগে কোনো মৌলের পরিবর্তে একটি নির্দিষ্ট অংশের শতকরা সংযুতি নির্ণয় করা হয়। যেমন, কপার সালফেট (তুঁতে; $CuSO_4.5H_2O$) -এর কেলাস পানির শতকরা সংযুতি নির্ণয় করা হয়। নির্দিষ্ট যৌগে মৌলের শতকরা সংযুতি নির্দিষ্ট হয়। পানিকে বিশ্বের যে কোনো প্রান্ত থেকেই নেওয়া হোক–না কেন তাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের শতকরা সংযুতি অভিন্ন হবে। মৌলের বা কোনো নির্দিষ্ট অংশের শতকরা সংযুতি নির্ণয়ের জন্য যৌগের আণবিক সংকেত লিখে আপেক্ষিক আণবিক ভর নির্ণয় করতে হবে। অতঃপর পৃথকভাবে প্রত্যেকটি মৌলের ভর এবং প্রয়োজনে নির্দিষ্ট অংশের ভর নির্ণয় করে যৌগে মৌলের শতকরা ভর নির্ণয় করা হয়।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) গ্যাসে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের শতকরা সংযুতি নির্ণয়:

হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আণবিক সংকেত: HCl –এর আপেক্ষিক আণবিক ভর = (1 + 35.5) = 36.5।

যৌগে হাইড্রোজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = 1 এবং ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = 35.5।

হাইড্রোজেনের সংযুতি = 1×100/36.5% = 2.74%

ক্লোরিনের সংযুতি = 35.5×100/36.5% = 97.26%

> **কেলাস পানি:** কেলাস পানি কেলাস গঠনের জন্য অপরিহার্য কিন্তু যৌগের সংকেতের জন্য অপরিহার্য নয়।

কপার সালফেট (তুঁতে; $CuSO_4.5H_2O$) -এর কপার, সালফার, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও কেলাস পানির শতকরা সংযুতি নির্ণয়:

কপার সালফেট বা তুঁতের আণবিক সংকেত = $CuSO_4.5H_2O$

এর আপেক্ষিক আণবিক ভর = (63.5 + 32 + 16x9 + 1×10) = 249.5।

যৌগে কপার, সালফার, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও কেলাস পানির আপেক্ষিক ভর যথাক্রমে 63.5, 32, 144, 10, 90।

কপারের সংযুতি = 63.5×100/249.5% = 25.45%

সালফারের সংযুতি = 32×100/249.5% = 12.83%

অক্সিজেনের সংযুতি = 144×100/249.5% = 57.72%

হাইড্রোজেনের সংযুতি = 10×100/249.5% = 4.00%

কেলাস পানির সংযুতি $= \frac{90 \times 100}{249.5}\% = 36.07\%$

চিন্তা কর : উপরে হিসাবকৃত HCl –এর মোট শতকরা সংযুতি 100 হলেও $CuSO_4.5H_2O$ এর মোট শতকরা সংযুতি 100 থেকে বেশি কেন?

কাজ: নিম্নলিখিত যৌগে মৌলসমূহের শতকরা সংযুতি নির্ণয় কর।	কাজ: নিম্নলিখিত যৌগে যৌগমূলকের শতকরা সংযুতি নির্ণয় কর।
H_2O, H_2SO_4, Na_2CO_3, NaOH,	H_2SO_4, Na_2CO_3, NaOH, $NaNO_3$

৬.১০ শতকরা সংযুতি থেকে যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয়

কোনো মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর A এবং আপেক্ষিক আণবিক ভর M হলে,

মৌলের সংযুতি = n × A × 100/M %, এখানে n = যৌগের আণবিক সংকেত–এ মৌলের পরমাণুর সংখ্যা। একটি নির্দিষ্ট অণুর জন্য M এবং 100/M –এর একটি নির্দিষ্ট মান থাকে। অতএব বিভিন্ন মৌলের শতকরা সংযুতিকে নিজ নিজ মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করলে অণুতে পরমাণুর সংখ্যা এর 100/M গুণিতক সংখ্যা পাওয়া যায়। অর্থাৎ অণুতে পরমাণুসমূহের শতকরা সংযুতিকে নিজ নিজ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করে প্রাপ্ত ভাগফলের অনুপাত থেকে স্থূল সংকেত নির্ণয় করা হয়। যেহেতু আণবিক সংকেত (H_2O) এবং আণবিক সংকেতের সরল গুণিতক সংকেত $\{(H_2O)_n\}$ থেকে প্রাপ্ত মৌলের পরমাণুর শতকরা সংযুতি অভিন্ন হয়, তাই উপরের প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত অনুপাত থেকে নির্ণীত সংকেত অণুতে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের অনুপাত প্রকাশ পায়। যে সংকেত দ্বারা অণুতে বিদ্যমান পরমাণুসমূহের অনুপাত প্রকাশ করে তাকে স্থূল সংকেত বলে।

কোনো যৌগে অক্সিজেনের সংযুতি 88.89% এবং হাইড্রোজেনের সংযুতি 11.11% । যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয়:

কোনো যৌগে কার্বনের সংযুতি 92.31% এবং হাইড্রোজেনের সংযুতি 7.69%। যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয়:

বিষয়	হাইড্রোজেন; H	অক্সিজেন; O	যৌগের স্থূল সংকেত
মৌলের শতকরা সংযুতি	11.11	88.89	H_2O
$\frac{\text{মৌলের শতকরা সংযুতি}}{\text{আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর}}$	$\frac{11.11}{1} = 11.11$	$\frac{88.89}{16} = 5.55$	
যৌগে H ও O পরমাণু সংখ্যার অণুপাত	11.11 ঃ 5.55 = 2ঃ1 (পূর্ণ সংখ্যার অনুপাতের জন্য ছোট সংখ্যা 5.55 দ্বারা ভাগ করে)		

ছক ৬.৮: মৌলের শতকরা সংযুতি থেকে স্থূল সংকেত নির্ণয়

বিষয়	হাইড্রোজেন; H	কার্বন; C	যৌগের স্থূল সংকেত
মৌলের শতকরা সংযুতি	7.69	92.31	CH
মৌলের শতকরা সংযুতি / আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর	$\frac{7.69}{1} = 7.69$	$\frac{92.31}{12} = 7.69$	
যৌগে C ও H পরমাণু সংখ্যার অণুপাত	7.69 ঃ 7.69 = 1ঃ1 (পূর্ণ সংখ্যার অনুপাতের জন্য 7.69 দ্বারা ভাগ করে)		

ছক ৬.৯: মৌলের শতকরা সংযুতি থেকে স্থূল সংকেত নির্ণয়

৬.১১ শতকরা সংযুতি থেকে যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয়

যৌগের আণবিক সংকেত তার স্থূল সংকেতের যে কোনো সরল গুণিতক। কোনো কোনো যৌগের ক্ষেত্রে স্থূল সংকেত এবং আণবিক সংকেত অভিন্ন হয়। উপরের যৌগের স্থূল সংকেত CH এবং তার আণবিক সংকেত $(CH)_n$। যৌগের আণবিক ভর জানা থাকলে n –এর মান নির্ণয় করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা হয়। উপরের যৌগের আণবিক ভর 78 হলে আণবিক সংকেত নির্ণয়:

যৌগের স্থূল সংকেত = CH

যৌগের আণবিক সংকেত = $(CH)_n$

যৌগের আণবিক ভর = (কার্বনের ভর × 1 + হাইড্রোজেনের ভর ×1) x n

$= (12 + 1) \times n$

$= 13\ n$

অতএব, $13\ n = 78$

$n = 6$

সুতরাং যৌগের আণবিক সংকেত = $(CH)_6$

$= C_6H_6$

৬.১২ রাসায়নিক বিক্রিয়া ও রাসায়নিক সমীকরণ

রসিায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষেপে উপস্থাপন করার জন্য রাসায়নিক সমীকরণ ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ সমীকরণ হলো, রাসায়নিক সর্টহ্যান্ড (Chemical shorthand) ও কোনো রাসায়নিক প্রক্রিয়াকে রসায়নের ভাষায় প্রকাশ। রাসায়নিক সমীকরণ লেখার নিয়মাবলি–

১. রাসায়নিক বিক্রিয়া যে সকল পদার্থ নিয়ে শুরু করা হয় তাদেরকে বিক্রিয়ক (Reactant) এবং যে সকল পদার্থ উৎপন্ন হয় তাদেরকে উৎপাদ (Product) বলে। রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়কসমূহকে বামপাশে এবং উৎপাদসমূহকে ডানপাশে লিখে মাঝখানে সমান (=) অথবা অ্যারো (→) চিহ্ন দেয়া হয়।

২. বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক এবং একাধিক উৎপাদ থাকলে তাদেরকে যোগ (+) চিহ্ন দিয়ে লেখা হয়।

৩. সমীকরণের বামপাশের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা এবং ডানপাশের একই মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করা হয়। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ ভিন্ন যৌগ হলেও তা অভিন্ন মৌলের পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত হয়। এতে ভরের সংরক্ষণ নীতি অনুসরণ করে।

৪. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ভৌত অবস্থা যৌগের ডানপাশে নিচে প্রথম বন্ধনীর মধ্যে লেখা হয়। যৌগের ভৌত অবস্থা কঠিন (Solid) হলে (s), তরল (Liquid) হলে (l) এবং গ্যাসীয় (Gasious) হলে (g) লেখা হয়। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ হিসেবে কোনো যৌগের জলীয় দ্রবণ (Aquous solution) থাকলে (aq) লেখা হয়।

কার্বন বা কয়লাকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে দহন করলে কার্বন (IV) অক্সাইড বা কার্বন–ডাই–অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এখানে কার্বন ও অক্সিজেন বিক্রিয়ক এবং কার্বন (IV) অক্সাইড উৎপাদ। বিক্রিয়ক কার্বন কঠিন, অক্সিজেন গ্যাসীয় এবং উৎপাদ কার্বন (IV) অক্সাইড গ্যাসীয় পদার্থ। বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$$

কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্লোরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বন (IV) অক্সাইড গ্যাস এবং পানি উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ:

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

৬.১৩ রাসায়নিক সমীকরণের সমতাকরণ

রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষিপ্তরূপে রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ ভরের সংরক্ষণসূত্র মেনে চলে। তাই বিক্রিয়ার সমীকরণে বিক্রিয়ক পদার্থের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা এবং উৎপন্ন পদার্থের একই মৌলের পরমাণুর সংখ্যা পরস্পর সমান থাকে। বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের সংকেতের সাথে প্রয়োজনীয় সংখ্যা (2, 3, 4 ইত্যাদি) দ্বারা গুণন করতে হয়। রাসায়নিক সমীকরণকে সমতা করার জন্য নির্দিষ্ট কোনো নিয়ম না থাকলেও কিছু কৌশল অবলম্বন করা হয়।

১. বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সঠিক সংকেত ব্যবহার করে বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখা ।

২. বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ যৌগিক পদার্থ হলে অর্থাৎ সংকেতে একাধিক মৌলের পরমাণু থাকলে বিক্রিয়ক অথবা উৎপাদ অথবা উভয়ের সাথে বিভিন্ন সংখ্যা গুণন করে সমতা করা।

৩. অতঃপর মৌলিক বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরমাণুর সংখ্যা সমান করা।

৪. বিক্রিয়ার সমতাকরণে বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের সাথে সাধারণত পূর্ণ সংখ্যা গুণক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

ম্যাগনেসিয়াম ধাতু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(s)} + H_{2(g)}$$

এই বিক্রিয়া সমতাকরণে প্রথমে ক্লোরিন পরমাণু সংখ্যা সমতার জন্য বিক্রিয়ক HCl –এর সাথে 2 দ্বারা গুণন করা হয়। এতে অন্যান্য মৌলের পরমাণু সমান হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপ:

$$Mg_{(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(s)} + H_{2(g)}$$

অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন করে।

$$Al_2O_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow AlCl_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$

অ্যালুমিনিয়ামের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ $AlCl_3$ –এর সাথে 2 দ্বারা, ক্লোরিনের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক HCl –এর সাথে 6 দ্বারা এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ H_2O এর সাথে 3 দ্বারা গুণন করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপঃ

$$Al_2O_{3(s)} + 6HCl_{(aq)} \longrightarrow 2AlCl_{3(s)} + 3H_2O_{(l)}$$

ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$Mg(NO_3)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} MgO_{(s)} + NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

বিক্রিয়ার সমীকরণে নাইট্রোজেন পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ NO_2 –এর সাথে 2 দ্বারা এবং অক্সিজেন পরমাণু সংখ্যা সমান করার জন্য উৎপাদ O_2 –এর সাথে 1/2 দ্বারা গুণন করা হয়। বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ নিম্নরূপঃ

$$Mg(NO_3)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} MgO_{(s)} + 2NO_{2(g)} + 1/2O_{2(g)}$$

$$AgNO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Ag_{(s)} + NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

$$Na_2CO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

৬.১৪ মোল ও রাসায়নিক সমীকরণ

নির্দিষ্ট পরিমাণ একটি বিক্রিয়ক অপর একটি বিক্রিয়কের নির্দিষ্ট পরিমাণের সাথে বিক্রিয়া করে। একইভাবে নির্দিষ্ট পরিমাণ বিক্রিয়ক থেকে নির্দিষ্ট পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যায়। রসায়নের যে শাখায় বিক্রিয়াকৃত বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরিমাণের হিসাব করা হয় তাকে *Stoichiometry* বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ থেকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের অণুর সংখ্যা, মোল সংখ্যা এবং ভরের হিসাব করা যায়।

$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$$

2 অণু	1 অণু
$2\times 6.02\times 10^{23}$	$1\times 6.02\times 10^{23}$
2 মোল = 2×24 গ্রাম	1 মোল = 1×32 গ্রাম

বিক্রিয়ায় 2 অণু ম্যাগনেসিয়াম এক অণু অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 2 অণু ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে। মোলের হিসাবে বলা যায় 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম এক মোল অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে 2 মোল ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে।

একটি বিক্রিয়কের ভর থেকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী অপর বিক্রিয়কের ভর নির্ণয়: (5 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু কত গ্রাম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে?)

উপরের সমীকরণ অনুসারে,

48 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বিক্রিয়া করে 32 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে

5 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বিক্রিয়া করে $\frac{32\times 5}{48}$ গ্রাম অক্সিজেনের সাথে

= 3.33 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে।

একটি বিক্রিয়কের ভর থেকে বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উৎপাদের ভর নির্ণয়: (2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু থেকে কত গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়?)

বিক্রিয়ার সমীকরণ অনুসারে,

48 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু থেকে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয় 80 গ্রাম

2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু থেকে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয় $\frac{80\times 2}{48}$ গ্রাম

= 3.33 গ্রাম

তবে শর্ত থাকে যে, 2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ অক্সিজেন সরবরাহ করতে হবে।

উৎপন্ন উৎপাদের ভর থেকে একটি বিক্রিয়কের ভর নির্ণয়: (10 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করতে কত গ্রাম অক্সিজেন প্রয়োজন?)

বিক্রিয়ার সমীকরণ অনুসারে,

80 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করতে অক্সিজেন প্রয়োজন 32 গ্রাম

10 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করতে অক্সিজেন প্রয়োজন $\frac{32\times 10}{80}$ গ্রাম

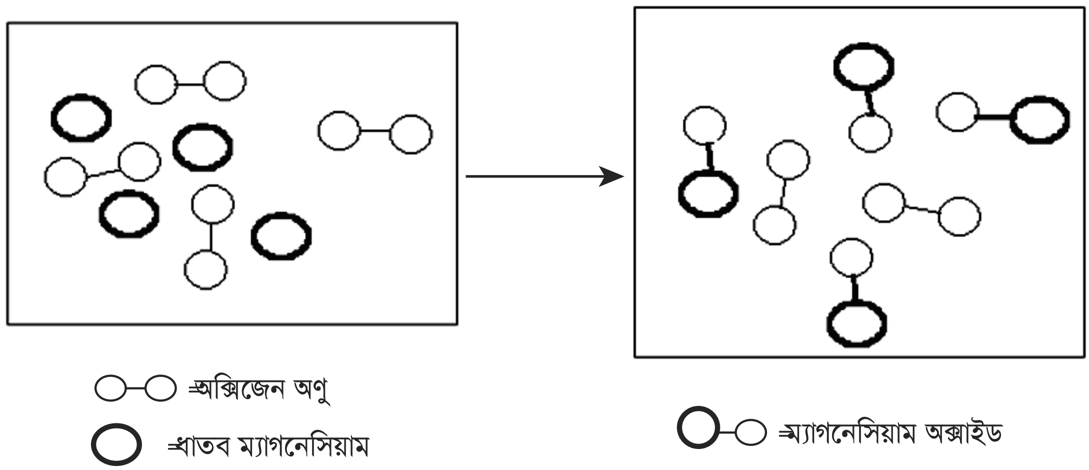
= 4 গ্রাম

তবে শর্ত থাকে যে, 4 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম ধাতু সরবরাহ করতে হবে।

৬.১৬ লিমিটিং বিক্রিয়ক (Limiting Reactant)

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক থাকলে, বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক মেপে সরবরাহ করার সময় উভয়/সকল বিক্রিয়ককে প্রয়োজন অনুসারে সরবরাহ করা সম্ভব হয় না। উপরের বিক্রিয়ায় 2 পরমাণু ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 1 অণু অক্সিজেন গ্যাস প্রয়োজন। একইভাবে 4 পরমাণু ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 2 অণু অক্সিজেন গ্যাস প্রয়োজন। কিন্তু বিক্রিয়ায় 4 পরমাণু ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়ার জন্য 4 অণু অক্সিজেন গ্যাস সরবরাহ করলে বিক্রিয়া মাধ্যমে 2 অণু অক্সিজেন গ্যাস অবশিষ্ট থাকবে। এই অবস্থায় ম্যাগনেসিয়াম ধাতুকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে।

অর্থাৎ বিক্রিয়ার সময় একাধিক বিক্রিয়কের মধ্যে যে বিক্রিয়ক অবশিষ্ট থাকে না তাকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে। বিক্রিয়ক থেকে উৎপাদের পরিমাণ হিসাব করার সময় লিমিটিং বিক্রিয়কের পরিমাণ থেকে হিসাব করা হয়।



চিত্র ৬.৪ :লিমিটিং বিক্রিয়কের ধারণা

৬.১৭ উৎপাদের শতকরা পরিমাণ (Percentage of Yield)

রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় যে সকল বিক্রিয়ক ব্যবহার করা হয় তাহা 100% বিশুদ্ধ থাকে না। সবচেয়ে বিশুদ্ধ রাসায়নিক পদার্থকে অ্যানালার (Analar) বলে। অ্যানালার রাসায়নিক পদার্থসমূহ প্রায় 95.5% বিশুদ্ধ হয়, এদেরকে গবেষণার সময় বিশ্লেষণীয় কাজে ব্যবহার করা হয়। রাসায়নিক পদার্থের বিশুদ্ধতা তার প্রস্তুতি ও বিশুদ্ধকরণ পদ্ধতির উপর নির্ভর করে। বিক্রিয়কসমূহ 100% বিশুদ্ধ না হওয়ায় উৎপাদের পরিমাণ লিমিটিং বিক্রিয়ক থেকে হিসাবকৃত পরিমাণ থেকে কম হয়। কী পরিমাণ উৎপাদ কম পাওয়া যায় তা উৎপাদের শতকরা পরিমাণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

$$\text{উৎপাদের শতকরা পরিমাণ} = \frac{\text{বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত উৎপাদের পরিমাণ} \times 100}{\text{বিক্রিয়া থেকে হিসাবকৃত উৎপাদের পরিমাণ}}$$

কাজ : 80 গ্রাম $CaCO_3$ কে তাপ দিয়ে 39 গ্রাম CaO পাওয়া যায়। উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হিসাব কর।

৬.১৮ তুঁতের কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয়

প্রয়োজনীয় উপকরণ: তুঁতে, নিক্তি, সিরামিক (পোর্সেলিন) বাটি, তারজালি, ত্রিপদী স্ট্যান্ড, ক্রুসিবল, টংজ, ও বার্নার/ স্পিরিট ল্যাম্প।

মূলনীতি: তুঁতে (ব্লু ভিট্রিয়ল; $CuSO_4.5H_2O$), কপার সালফেট ও পাঁচ অণু পানির সমন্বয়ে গঠিত। পানিযুক্ত স্ফটিকাকার (দানাদার) কপার সালফেটের বর্ণ নীল। পানিবিহীন কপার সালফেটের ($CuSO_4$) বর্ণ সাদা। নীল বর্ণের কপার সালফেটকে উত্তপ্ত করলে পানি বাষ্পীভূত হয় এবং সাদা বর্ণের কপার সালফেটে পরিণত হয়। তাপ দেওয়ার পূর্বে ও পরে কপার সালফেটের ভর পরিমাপ করে উত্তাপে হারানো পানির ভর নির্ণয় করে তুঁতের কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

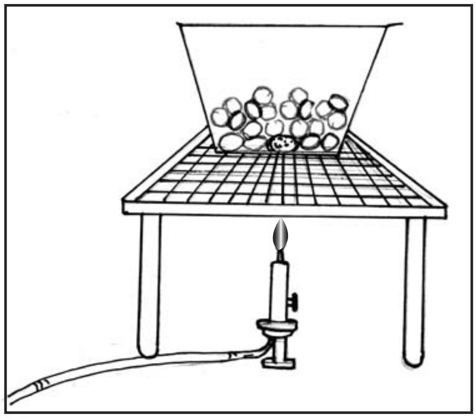
$$CuSO_4.5H_2O \xrightarrow[-5H_2O]{\Delta} CuSO_4$$

নীল বর্ণ — সাদা বর্ণ

1 মোল = 249.5 গ্রাম — 1 মোল = 159.5 গ্রাম

তত্ত্বীয়ভাবে 1 মোল (249.5 গ্রাম) পানিযুক্ত নীল বর্ণের কপার সালফেটকে উত্তপ্ত করলে 90 গ্রাম পানি অপসারিত হয়ে 159.5 গ্রাম পানিবিহীন সাদা বর্ণের কপার সালফেট উৎপন্ন হয়।

কাজের ধারা: নিক্তির সাহায্যে আনুমানিক 5 থেকে 7 গ্রাম $CuSO_4.5H_2O$ কে পোর্সেলিন বাটিতে মেপে নিয়ে ত্রিপদী স্ট্যান্ডের উপরে রেখে তাপ দাও। কপার সালফেট সাদা না হওয়া পর্যন্ত তাপ দাও। কপার সালফেটের বর্ণ সাদা হওয়ার পর তাপ দেওয়া বন্ধ করে দ্রুত তার ভর নির্ণয় কর। ভর দ্রুত নির্ণয় না করলে তাপ অপসারণ করার পর পুনরায় পানি শোষণ করে কপার সালফেট নীল বর্ণে পরিণত হয়।



চিত্র ৬.৫ : তুঁতে থেকে কেলাস পানি অপসারণ

হিসাব: পোর্সেলিন ক্রুসিবলের ভর = a গ্রাম

$CuSO_4.5H_2O$ সহ পোর্সেলিন ক্রুসিবলের ভর = b গ্রাম

$CuSO_4.5H_2O$ –এর ভর = (b-a) গ্রাম

তাপ দেওয়ার পর $CuSO_4$ সহ পোর্সেলিন ক্রুসিবলের ভর = c গ্রাম

$CuSO_4$ –এর ভর = (c-a) গ্রাম

উত্তাপে অপসারিত পানির ভর = (b-a) - (c-a) গ্রাম

= (b-c) গ্রাম

(b-a) গ্রাম $CuSO_4.5H_2O$ –এর সাথে যুক্ত কেলাস পানির ভর = (b-c) গ্রাম

100 গ্রাম $CuSO_4.5H_2O$ –এর সাথে যুক্ত কেলাস পানির ভর = $\frac{(b-c) \times 100}{(b-a)}$ গ্রাম

অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. প্রমাণ অবস্থায় 2g হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন কত?

ক. 2.24 L খ. 11.2 L

গ. 22.4 L ঘ. 44.8 L

২. নিচের কোনটি ক্যালসিয়াম ফসফেটের সংকেত?

ক. $CaPO_4$ খ. $Ca(PO_4)_2$

গ. $Ca_2(PO_4)_3$ ঘ. $Ca_3(PO_4)_2$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ৩ ও ৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

5 গ্রাম হাইড্রোজেন গ্যাসকে 75 গ্রাম ক্লোরিন গ্যাসের মধ্যে চালনা করা হলো।

৩. উদ্দীপকে ব্যবহৃত ক্লোরিন পরমাণুর সংখ্যা কতটি?

ক. 1.27×10^{24} খ. 2.54×10^{24}

গ. 6.02×10^{23} ঘ. 6.36×10^{23}

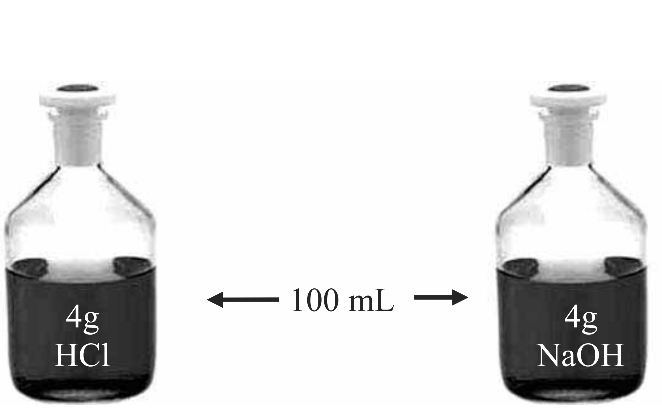
৪. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় অবশিষ্ট থাকে–

ক. 1.44 মোল H_2 খ. 1.44 মোল Cl_2

গ. 2.89 মোল H_2 ঘ. 2.89 মোল Cl_2

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১.



ক. মোল কাকে বলে?

খ. নাইট্রোজেন পরমাণুর যোজনী ও যোজ্যতা ইলেকট্রন ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর

গ. উদ্দীপকের দ্রবণদ্বয়কে একত্রে মিশ্রিত করলে যে লবণ পাওয়া যায় তার সংযুক্তি নির্ণয় করে দেখাও।

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণ দুটির ঘনমাত্রা সমান হবে কিনা তার গাণিতিক যুক্তি দাও।

২. 10 গ্রাম $CaCO_3$ প্রস্তুত করার লক্ষ্যে 4.4 গ্রাম কার্বন–ডাই–অক্সাইড ও 5 গ্রাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড মিশ্রিত করা হলো। বিক্রিয়ায় প্রত্যাশিত উৎপাদ পাওয়া গেল না।

ক. রাসায়নিক সমীকরণ কাকে বলে?

খ. কার্বন–ডাই–অক্সাইডের মোলার আয়তন ব্যাখ্যা কর।

গ. বিক্রিয়ায় কত মোল কার্বন ডাই অক্সাইড ব্যবহার করা হয়েছিল তা নিরূপণ করে দেখাও।

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় প্রত্যাশিত উৎপাদের পরিমাণ কম হওয়ার যৌক্তিক ব্যাখ্যা দাও।